

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-320057

(43)Date of publication of application : 04.12.1998

(51)Int.Cl.

G05D 7/06

(21)Application number : 09-145765

(71)Applicant : CALSONIC CORP

(22)Date of filing : 20.05.1997

(72)Inventor : IKUTA SHIRO
IGARASHI TAMOTSU
SUYAMA EIZO

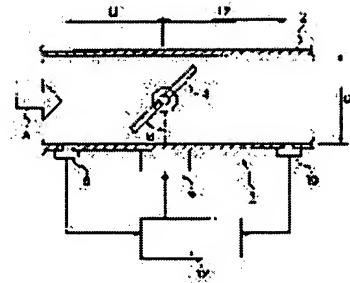
(54) FLOW RATE CONTROL VALVE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately control a flow rate and to perform miniaturizing by turning a valve body itself to a part of a flow meter, turning a part for changing the flow of fluid to the valve body only, calculating the flow rate based only on the flow change and directly controlling the opening degree of the valve body.

SOLUTION: This flow rate control valve device 1 is provided with a butterfly valve 4 as the valve body provided in the middle of a pipe line 2 where air as the fluid is circulated.

For the butterfly valve 4, the opening degree is made controllable by an actuator 6. A pressure sensor 8 can measure a static pressure on the upstream side of the valve 4 and the other pressure sensor 10 can measure the static pressure on the downstream side of the valve 4. Pressure signals measured in the two pressure sensors 8 and 10 are inputted to a control means 12. In the control means 12, the difference ΔP of the pressures detected in the pressure sensors 8 and 10 is calculated, the difference ΔP is substituted to an expression, an average flow speed U_m is calculated and the opening degree of the butterfly valve 4 is adjusted by controlling the actuator 6 so as to turn the average flow speed U_m to a prescribed value.



$$U_m = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho \cdot K \cdot C \cdot (1 - \beta)^4}}$$

ただし、 $K = C \cdot [(1 - \beta)^4 / \rho]$

ρ : 流体の密度

β : 弁体の径比

ΔP : 圧差

C : 弁体の係数

C は弁体の形状、流体等に基づく定数

ρ は流体の密度、流体等に基づく定数

β は開口比 $(1 - \beta = A/A_0)$

A_0 は管断面積

A は弁体の開口面積（弁が開いた状態）である

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-320057

(43)公開日 平成10年(1998)12月4日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 5 D 7/06

識別記号

F I
G 0 5 D 7/06

Z

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-145765

(22)出願日 平成9年(1997)5月20日

(71)出願人 000004765

カルソニック株式会社

東京都中野区南台5丁目24番15号

(72)発明者 生田 四郎

東京都中野区南台5丁目24番15号 カルソ
ニック株式会社内

(72)発明者 五十嵐 保

神奈川県横浜市金沢区釜利谷西3丁目56番
15号

(72)発明者 須山 栄蔵

東京都中野区南台5丁目24番15号 カルソ
ニック株式会社内

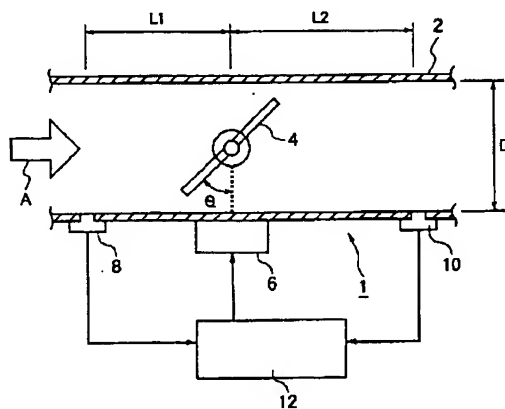
(74)代理人 弁理士 前田 均 (外1名)

(54)【発明の名称】 流量制御弁装置

(57)【要約】

【課題】 弁体自体が流量計の一部となり、別途流量計を装着する必要がなく、管路の抵抗を最小限にすることができ、しかも正確な流量制御が可能であり、コンパクトな流量制御弁装置を提供すること。

【解決手段】 流体が流通する管路の途中に設けられた弁体4と、弁体4の開度を変化させるアクチュエータ6と、弁体4の上流側に位置する管路の上流側静圧と、前記弁体の下流側に位置する管路の下流側静圧との圧力差(ΔP)を計測する圧力センサ8、10と、圧力センサで検出された圧力差(ΔP)に基づき、管路を流れる流体の平均流速(U_m)を算出し、この平均流速(U_m)が所定値となるように、アクチュエータ6を制御して、弁体4の開度を調節する制御手段12とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流体が流通する管路の途中に設けられた弁体と、
前記弁体の開度を変化させるアクチュエータと、
前記弁体の上流側に位置する管路の上流側静圧と、前記弁体の下流側に位置する管路の下流側静圧との圧力差（ ΔP ）を計測する圧力センサと、

前記圧力センサで検出された圧力差（ ΔP ）に基づき、
下記に示す数式から、管路を流れる流体の平均流速（ U_m ）を算出し、この平均流速（ U_m ）が所定値となるように、前記アクチュエータを制御して、弁体の開度を調節する制御手段とを有する流量制御弁装置。

【数 1】

$$U_m = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\gamma \cdot K} \cdot \Delta P} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 $K = C \cdot [(1 - \beta) / \beta^2]^n \quad \dots\dots\dots (2)$

g は重力加速度、

γ は流体の比重、

ΔP は差圧、

K は損失係数、

C は弁体の種類、形状等に基づく定数、

n は弁体の種類、形状等に基づく指数、

β は開口比（ $1 - A / A_0$ ）、

A_0 は管路断面積、

A は弁体の投影面積（管路断面に対して）である。

【請求項 2】 前記圧力センサは、前記弁体の上流側に位置する管路の壁面に装着された第 1 圧力センサと、前記弁体の下流側に位置する管路の壁面に装着された第 2 圧力センサとを有する請求項 1 に記載の流量制御弁装置。

【請求項 3】 前記管路の断面基準寸法を（ D ）として、前記第 1 圧力センサが、前記弁体の上流側で $1 \times D$ 以上離れた位置に装着してあり、前記第 2 圧力センサが、前記弁体の下流側で $2 \times D$ 以上離れた位置に装着してある請求項 1 または 2 に記載の流量制御弁装置。

【請求項 4】 前記第 1 圧力センサが、前記弁体の上流側で $2.75 \times D$ 離れた位置に装着してあり、前記第 2 圧力センサが、前記弁体の下流側で $4.33 \times D$ 離れた位置に装着してある請求項 3 に記載の流量制御弁装置。

【請求項 5】 前記弁体がバタフライ弁であり、前記数式中の指数（ n ）が約 1 である請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の流量制御弁装置。

【請求項 6】 前記管路の断面が円形である場合に、前記数式中の係数（ C ）が約 2.0 である請求項 5 に記載の流量制御弁装置。

【請求項 7】 前記管路の断面が矩形である場合に、前

記数式中の係数（ C ）が約 1.7 である請求項 5 に記載の流量制御弁装置。

【請求項 8】 前記弁体が仕切弁であり、前記管路の断面が円形である場合に、前記数式中の指数（ n ）が約 1.12 であり、前記数式中の係数（ C ）が約 1.9 である請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の流量制御弁装置。

【請求項 9】 前記弁体が仕切弁であり、前記管路の断面が矩形であり、前記開口比（ β ）が 0.1 以上 0.3 以下の場合には、前記数式中の指数（ n ）が約 0.96 であり、前記数式中の係数（ C ）が約 2.5 である請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の流量制御弁装置。

【請求項 10】 前記弁体が仕切弁であり、前記管路の断面が矩形であり、開口比（ β ）が 0.3 より大きく 0.8 以下の場合には、前記数式中の指数（ n ）が約 1.2 であり、前記数式中の係数（ C ）が約 1.7 である請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の流量制御弁装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、流量制御弁装置に係り、さらに詳しくは、弁体自体が流量計の一部となり、別途流量計を装着する必要のない流量制御弁装置に

関する。

【0002】

【従来の技術】従来の流量制御弁装置では、管路の途中に設けられたバタフライ弁などの弁体とは別に、弁体の下流側に、流量計を配置し、その流量計で計測された流量信号が一定値となるように、弁体の開度を制御している。流量計としては、たとえばオリフィスを利用した流量計、ベンチュリ管を利用した流量計、カルマン渦列の発生周波数を測定することにより流量を測定する流量計等々が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの流量計は、全て、管路の流れ中に何らかの流体抵抗体を配置し、流体抵抗体による管路の流れの変化を計測することにより、流体の平均流速を求め、流量を計測するようになっている。このため、従来では、弁体とは別に、平均流速を計測するために、流れの抵抗体を管路中に配置する必要があり、管路抵抗が増大するという課題を本質的に有していた。管路内の流体をポンプや送風機などにより強制的に流通させる場合には、管路の抵抗の増大は、ポンプや送風機の出力増大を招き、騒音などの原因とも成ることから、必要最小限に抑えることが重要である。

【0004】また、従来では、弁体とは別に流量計を装着し、流量計により、管路内の流れが変化させられた上で、その流量計により計測された信号に基づき、弁体の開度が制御され、管路の流れが弁体でも変化させられる。すなわち、従来では、流量制御のために、少なくとも

も二度にわたり、管路内の流れを変化させる必要があり、この二度にわたる流れの変化のために、正確な流量制御が阻害されると言う課題も有する。

【0005】また、弁体と流量計とが相互干渉して流量を正確に測定することを阻害することを防止するために、これらを十分に離れた位置に配置しなければならないと言う課題も有する。このことは、特に、流量制御弁装置を狭い場所や短い管路に取り付けなければならない場合に問題となる。

【0006】本発明は、このような実状に鑑みてなされ、弁体自体が流量計の一部となり、別途流量計を装着する必要がなく、管路の抵抗を最小限にすることができ、しかも正確な流量制御が可能であり、コンパクトな流量制御弁装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る流量制御弁装置は、流体が流通する管路の途中に設けられた弁体と、前記弁体の開度を変化させるアクチュエータと、前記弁体の上流側に位置する管路の上流側静圧と、前記弁体の下流側に位置する管路の下流側静圧との圧力差（ ΔP ）を計測する圧力センサと、前記圧力センサで検出された圧力差（ ΔP ）に基づき、下記に示す数式から、管路を流れる流体の平均流速（ U_m ）を算出し、この平均流速（ U_m ）が所定値となるように、前記アクチュエータを制御して、弁体の開度を調節する制御手段とを有する。

【0008】

【数2】

$$U_m = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\gamma \cdot K} \cdot \Delta P} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{ただし、} K = C \cdot [(1 - \beta) / \beta^2]^n \quad \dots\dots\dots (2)$$

g は重力加速度、

γ は流体の比重、

ΔP は差圧、

K は損失係数、

C は弁体の種類、形状等に基づく定数、

n は弁体の種類、形状等に基づく指数、

β は開口比（ $1 - A / A_0$ ）、

A_0 は管路断面積、

A は弁体の投影面積（管路断面に対して）である。

【0009】前記圧力センサは、前記弁体の上流側に位置する管路の壁面に装着された第1圧力センサと、前記

弁体の下流側に位置する管路の壁面に装着された第2圧力センサとを有することが好ましい。

【0010】前記管路の断面基準寸法を(D)として、前記第1圧力センサが、前記弁体の上流側で $1 \times D$ 以上離れた位置に装着してあり、前記第2圧力センサが、前記弁体の下流側で $2 \times D$ 以上離れた位置に装着してあることが好ましい。これら圧力センサが、弁体にあまりに近いと、弁体による影響のために、上記関係式が成り立たなくなるおそれがあり好ましくない。

【0011】前記第1圧力センサが、前記弁体の上流側で約 $2.75 \times D$ 離れた位置に装着してあり、前記第2圧力センサが、前記弁体の下流側で $4.33 \times D$ 離れた位置に装着してあることがさらに好ましい。

【0012】前記弁体がバタフライ弁である場合には、前記数式中の指数(n)が約1であることが好ましい。この場合において、前記管路の断面が円形である場合には、前記数式中の係数(C)が約2.0であることが好ましい。また、管路の断面が矩形である場合には、前記数式中の係数(C)が約1.7であることが好ましい。

【0013】前記弁体が仕切弁であり、前記管路の断面が円形である場合には、前記数式中の指数(n)が約1.12であり、前記数式中の係数(C)が約1.9であることが好ましい。また、前記弁体が仕切弁であり、前記管路の断面が矩形であり、前記開口比(β)が0.1以上0.3以下の場合には、前記数式中の指数(n)が約0.96であり、前記数式中の係数(C)が約2.5であることが好ましい。さらに、前記弁体が仕切弁であり、前記管路の断面が矩形であり、開口比(β)が0.3より大きく0.8以下の場合には、前記数式中の指数(n)が約1.2であり、前記数式中の係数(C)が約1.7であることが好ましい。

【0014】本発明に係る流量制御弁装置により制御される管路内流体のレイノルズ数は、 $1.0 \times 10^4 \sim 3.0 \times 10^5$ 程度であることが好ましい。

【0015】

【作用】本発明者等は、管路内に置かれた弁体前後の静圧差と平均流速との間の一般的関係式について実験を重ねた結果、弁体の種類や管路内断面の形状などによらず、幅広いレイノルズ数の範囲において、管路内に置かれた弁体に基づく流体流れの損失係数Kが、 $[(1 - \beta) / \beta^2]$ のn乗に比例することを見出し、本発明を完成させるに至った。従来では、弁体による損失係数は、弁の種類や管路の断面形状毎に図または表で与えられ、一般化されていなかったため、弁体自体を流量計の一要素として用いることは不可能であった。

【0016】本発明では、管路内に置かれた弁体に基づく流体流れの損失係数Kを、開口比 β を用いて一般化することに成功した。これにより、本発明では、弁体自体を流量計の一部として用い、弁体前後の静圧差を求めることで、上記数式から、管路を流れる流体の平均流速(U_m)を算出することを可能ならしめた。そして、この平均流速(U_m)が所定値となるように、制御手段か

らアクチュエータを制御して弁体の開度を調節することによって、一定流量の流れを実現することができる。

【0017】したがって、本発明では、弁体自体が流量計の一部となり、別途流量計を装着する必要がなくなり、管路の抵抗を最小限にすることができる。しかも、本発明では、流体の流れを変化させる部分が弁体のみとなり、この流れ変化のみに基づき、流量を算出して直接弁体の開度を制御するため、正確な流量制御が可能となる。また、別途流量計を必要としないため、コンパクトな流量制御弁装置を実現することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明を、図面に示す実施形態に基づき説明する。

【0019】図1は本発明の一実施形態に係る流量制御弁装置の概略構成図、図2は同実施形態に係る流量制御弁装置の使用例を示す概略図、図3は本発明のその他の実施形態に係る流量制御弁装置の概略構成図、図4は本発明のさらに他の実施形態に係る弁装置の要部断面図、図5はバタフライ弁の損失係数と開口比との関係を示すグラフ、図6は仕切弁の損失係数と開口比との関係を示すグラフ、図7はコック弁と開口比との関係を示すグラフである。

【0020】第1実施形態

図1に示すように、本実施形態に係る流量制御弁装置1は、流体としての空気が流通する管路2の途中に設けられた弁体としてのバタフライ弁4を有する。バタフライ弁4は、アクチュエータ6により開度が制御可能になっている。アクチュエータ6としては、たとえばステップモータなどが用いられる。

【0021】管路2の断面は、特に限定されないが、たとえば円形または矩形である。管路2の断面が円形の場合には、バタフライ弁4も円形となり、管路2の断面基準寸法Dは、管路2の内径である。また、管路2の断面が矩形の場合には、バタフライ弁4も矩形となり、管路2の基準断面寸法Dは、矩形の一辺の長さである。

【0022】管路2の内部には、矢印A方向に空気が流れるようになっている。バタフライ弁4の上流側で、弁4から距離 $L1 = 2.75 \times D$ の位置の管壁には、第1圧力センサ8が装着してある。この圧力センサ8は、弁4の上流側での静圧を測定可能になっている。

【0023】バタフライ弁4の下流側で、弁4から距離 $L2 = 4.33 \times D$ の位置の管壁には、第2圧力センサ10が装着してある。この圧力センサ10は、弁4の下流側での静圧を測定可能になっている。

【0024】これら圧力センサ8、10で測定した圧力信号は、制御手段12へと入力されるようになっている。制御手段12では、圧力センサ8および10で検出された圧力の差 ΔP を算出し、この ΔP を、下記数式に代入し、平均流速 U_m を算出する。

【0025】

【数3】

$$U_m = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\gamma \cdot K} \cdot \Delta P} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{ただし、} K = C \cdot [(1 - \beta) / \beta^2]^n \quad \dots\dots\dots (2)$$

g は重力加速度、

γ は流体の比重、

ΔP は差圧、

K は損失係数、

C は弁体の種類、形状等に基づく定数、

n は弁体の種類、形状等に基づく指数、

β は開口比 ($1 - A/A_0$)、

A_0 は管路断面積、

A は弁体の投影面積 (管路断面に対して) である。

【0026】本実施形態では、弁体がバタフライ弁4であるので、上記数式中、指数 n としては、1の数値を用いる。また、管路2の断面が円形である場合には、係数 C としては、開口比 β が0.134以上0.913以下の範囲において、2.0の数値を用い、矩形である場合には、開口比 β が0.06以上0.826以下の範囲において、1.7の数値を用いる。また、上記数式中の開口比 β は、図1に示すバタフライ弁4の開度角度 θ により変化するが、開度角度 θ により定まる一義的な値である。したがって、圧力差 ΔP が求められれば、上記数式(1)、(2)から、一義的に管路の平均流速 U_m が算出される。上記関係式(2)は、図5に示すように、実験結果と非常に良く一致することが確認されている。なお、図5において、図中丸印が断面円形の管路2での実験結果を示し、四角印が断面矩形の管路2での実験結果を示す。この図5に示す結果は、図1に示す管路2の断面基準寸法 D を基準とするレイノルズ数 ($U_m \times D / \nu$) が広範囲 ($1.0 \times 10^4 \sim 3.0 \times 10^5$ 程度) で成り立つことが確認されている。このことは、広範囲の平均流速 U_m を測定できることを意味している。レイノルズ数において、 ν は、流体の動粘性係数である。

【0027】平均流速 U_m が算出されれば、この平均流速 U_m に管路2の断面積 A_0 (管路断面が円形の場合には、 $\pi D^2 / 4$) を乗算することで、管路2の流量を算出することができる。これらの算出は、図1に示す制御手段12が行い、この流量が設定された値となるように、制御手段12は、アクチュエータ6へ信号を送り、バタフライ弁4の開度角度 θ を変化させる。なお、流量の設定値は、図示省略してある入力信号に基づき設定可

能になっている。入力信号としては、特に限定されず、キーボードや設定ボタンからの入力信号、他の装置からの電気信号などを例示することができる。

【0028】本実施形態では、管路2内に置かれたバタフライ弁4に基づく流体流れの損失係数 K を、開口比 β を用いて一般式化することに成功した。これにより、本実施形態では、バタフライ弁4自体を流量計の一部として用い、弁4の前後の静圧差を求めることで、上記数式から、管路を流れる流体の平均流速 (U_m) を算出することを可能ならしめた。そして、この平均流速 (U_m) が所定値となるように、制御手段12からアクチュエータ6を制御してバタフライ弁4の開度を調節することで、一定流量の流れを実現することができる。

【0029】したがって、本実施形態では、バタフライ弁4自体が流量計の一部となり、別途流量計を装着する必要がなくなり、管路2の抵抗を最小限にすることができる。しかも、本実施形態では、流体の流れを変化させる部分がバタフライ弁4のみとなり、この流れ変化のみに基づき、流量を算出して直接バタフライ弁4の開度を制御するため、正確な流量制御が可能となる。また、別途流量計を必要としないため、コンパクトな流量制御弁装置を実現することができる。

【0030】第2実施形態

本実施形態では、図2に示すように、自動車用エンジン14の吸気管路18内に、図1に示す実施形態に係る流量制御弁装置1を装着し、矢印A方向から流入される空気の流量を制御するようにしてある。自動車用エンジン14では、空燃比の制御を行うために、吸入する空気の流量を正確に制御する必要があることから、本実施形態

に係る流量制御弁装置 1 を好適に用いることができる。
また、本実施形態に係る流量制御弁装置 1 は、バタフライ弁 4 自体が流量計の一部となり、コンパクトであり、自動車用として好ましく用いることができる。

【0031】第3実施形態

本実施形態では、図3に示すように、弁体として仕切弁 4 a を用いる。仕切弁 4 a の開度を調節するアクチュエータ 6 a としては、リニアモータを用いる。その他の構成は、前記第1実施形態と同様であり、第1実施形態で用いた数式(1)、(2)が成り立つ。ただし、以下の点で相違する。

【0032】本実施形態では、仕切弁 4 a の形状は、管路2の断面に合わせてあり、断面が円形の場合には、円形であり、断面が矩形の場合には、矩形である。管路2の断面形状が円形の場合には、前記数式(2)中、指数 n が 1.12 であり、係数 C が 1.9 である。また、管路2の断面形状が矩形であり、前記開口比 β が 0.1 以上 0.3 以下の場合には、前記数式中の指数 n が 0.96 であり、前記数式中の係数 C が 2.5 である。さらに、管路2の断面形状が矩形であり、開口比 β が 0.3 より大きく 0.8 以下の場合には、前記数式中の指数 n が 1.2 であり、前記数式中の係数 C が 1.7 である。これらの関係は、図6に示す実験結果から得られた。なお、図6中、丸印が管路2の断面形状が円形の場合の結果であり、四角印が管路2の断面形状が矩形の場合の結果である。

【0033】本実施形態では、管路2内に置かれた仕切弁 4 a に基づく流体流れの損失係数 K を、開口比 β を用いて一般式化することに成功した。これにより、本実施形態では、仕切弁 4 a 自体を流量計の一部として用い、弁 4 a の前後の静圧差を求めることで、上記数式から、管路を流れる流体の平均流速 U_m を算出することを可能ならしめた。そして、この平均流速 U_m が所定値となるように、制御手段 12 からアクチュエータ 6 a を制御して仕切弁 4 a の開度を調節することで、一定流量の流れを実現することができる。

【0034】したがって、本実施形態では、仕切弁 4 a 自体が流量計の一部となり、別途流量計を装着する必要がなくなり、管路2の抵抗を最小限にすることができる。しかも、本実施形態では、流体の流れを変化させる部分が仕切弁 4 a のみとなり、この流れ変化のみに基づき、流量を算出して直接仕切弁 4 a の開度を制御するため、正確な流量制御が可能となる。また、別途流量計を必要としないため、コンパクトな流量制御弁装置を実現することができる。

【0035】第4実施形態

本実施形態では、図4に示すように、弁体としてコック弁 4 b を用いる。コック弁 4 b の開度を調節するアクチュエータとしては、たとえばステップモータを用いる。その他の構成は、前記第1実施形態と同様であり、第1

実施形態で用いた数式(1)、(2)が成り立つ。ただし、以下の点で相違する。

【0036】本実施形態では、コック弁 4 b の連通路 5 は、管路2の断面に合わせてあり、断面が円形の場合には、円形であり、断面が矩形の場合には、矩形である。管路2の断面形状が円形であり、開口比 β が 0.09 以上 0.5 より小さい場合には、前記数式2中、指数 n が約 1 であり、係数 C が約 4.4 である。また、管路2の断面形状が円形であり、前記開口比 β が 0.5 以上 0.85 以下の場合には、前記数式中の指数 n が約 1.4 であり、前記数式中の係数 C が約 2.8 である。

【0037】また、管路2の断面形状が矩形であり、前記開口比 β が 0.11 以上 0.5 より小さい場合には、前記数式中の指数 n が約 1 であり、前記数式中の係数 C が約 4.0 である。さらに、管路2の断面形状が矩形であり、開口比 β が 0.5 以上 0.85 以下の場合には、前記数式中の指数 n が約 1.4 であり、前記数式中の係数 C が約 2.8 である。これらの関係は、図7に示す実験結果から得られた。なお、図7中、丸印が管路2の断面形状が円形の場合の結果であり、四角印が管路2の断面形状が矩形の場合の結果である。

【0038】本実施形態では、管路2内に置かれたコック弁 4 b に基づく流体流れの損失係数 K を、開口比 β を用いて一般式化することに成功した。これにより、本実施形態では、コック弁 4 b 自体を流量計の一部として用い、弁 4 b の前後の静圧差を求めることで、上記数式から、管路を流れる流体の平均流速 U_m を算出することを可能ならしめた。そして、この平均流速 U_m が所定値となるように、制御手段からアクチュエータを制御してコック弁 4 b の開度を調節することで、一定流量の流れを実現することができる。

【0039】したがって、本実施形態では、コック弁 4 b 自体が流量計の一部となり、別途流量計を装着する必要がなくなり、管路2の抵抗を最小限にすることができる。しかも、本実施形態では、流体の流れを変化させる部分がコック弁 4 b のみとなり、この流れ変化のみに基づき、流量を算出して直接コック弁 4 b の開度を制御するため、正確な流量制御が可能となる。また、別途流量計を必要としないため、コンパクトな流量制御弁装置を実現することができる。

【0040】なお、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々に改変することができる。

【0041】たとえば、弁 4、4 a、4 b の前後の圧力差は、別々の圧力センサ 8、10 により検出することなく、これらセンサ 8、10 が位置する部分の静圧を差圧計に導き、この差圧計により直接差圧を検出しても良い。

【0042】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれ

ば、弁体自体が流量計の一部となり、別途流量計を装着する必要がなくなり、管路の抵抗を最小限にすることができる。しかも、本発明では、流体の流れを変化させる部分が弁体のみとなり、この流れ変化のみに基づき、流量を算出して直接弁体の開度を制御するため、正確な流量制御が可能となる。また、別途流量計を必要としないため、コンパクトな流量制御弁装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明の一実施形態に係る流量制御弁装置の概略構成図である。

【図2】 図2は同実施形態に係る流量制御弁装置の使用例を示す概略図である。

【図3】 図3は本発明のその他の実施形態に係る流量制御弁装置の概略構成図である。

【図4】 図4は本発明のさらに他の実施形態に係る弁装置の要部断面図である。

【図5】 図5はバタフライ弁の損失係数と開口比との関係を示すグラフである。

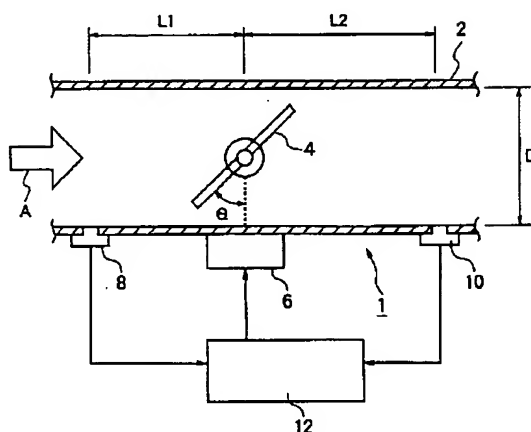
【図6】 図6は仕切弁の損失係数と開口比との関係を示すグラフである。

【図7】 図7はコック弁と開口比との関係を示すグラフである。

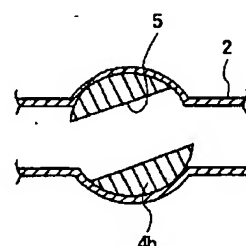
【符号の説明】

- 1… 流量制御弁装置
- 2… 管路
- 4… バタフライ弁
- 4a… 仕切弁
- 4b… コック弁
- 6, 6a… アクチュエータ
- 8… 第1圧力センサ
- 10… 第2圧力センサ
- 12… 制御手段

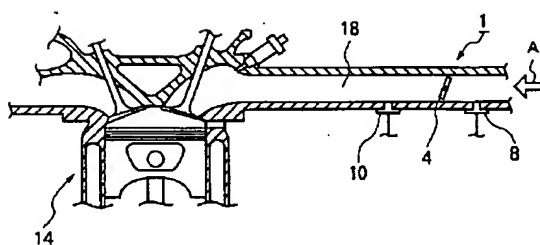
【図1】



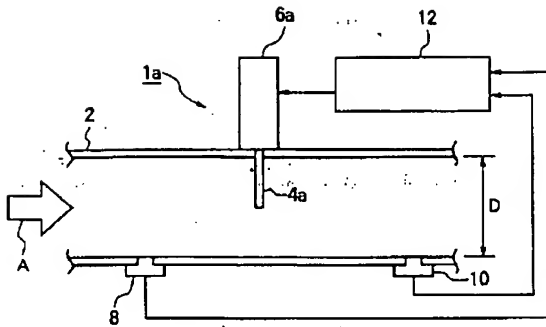
【図4】



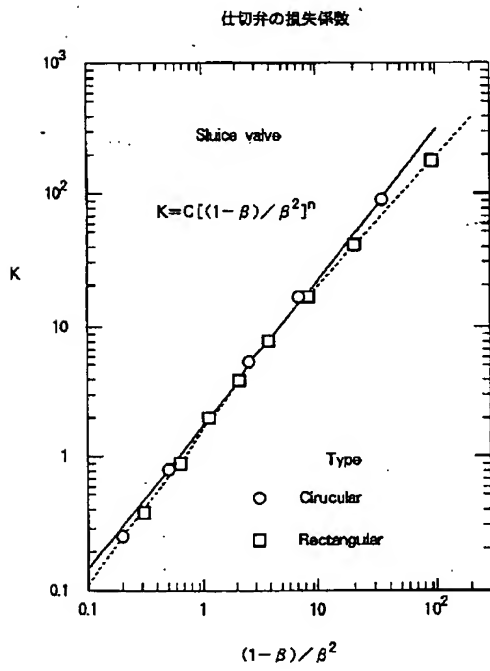
【図2】



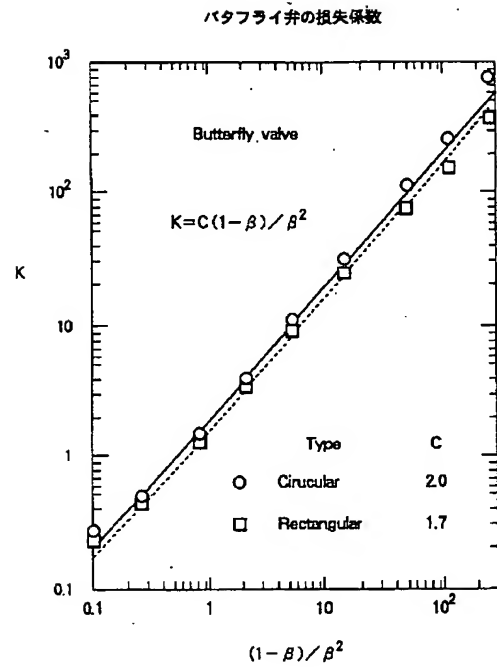
【図3】



【図6】



【図5】



【図7】

